

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-248269
(43)Date of publication of application : 27.09.1996

(51)Int. Cl. G02B 6/38
G02B 6/40

(21)Application number : 07-048543

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO
LTD:THE
NIPPON TELEGR &
TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 08.03.1995

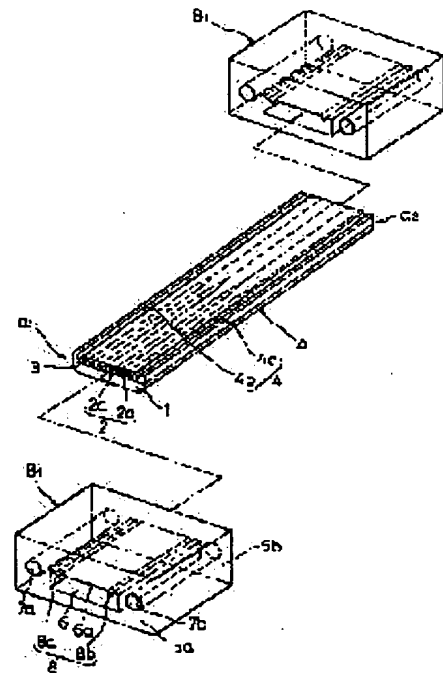
(72)Inventor : SHIGEMATSU TAKASHI
SHIMIZU TAKEO
NAKAMURA SHIRO
WATANABE TOMOHIRO
NAGASAWA SHINJI
KIHARA MITSURU

(54) OPTICAL WAVEGUIDE PARTS

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide optical waveguide parts which are connectable without alignment to an optical connector and is producible at a high yield.

CONSTITUTION: These optical waveguide parts consist of an optical waveguide part body A which is formed with optical waveguide core parts 2 and a clad part 3 to embed these parts on a substrate 1 and are formed with first positioning parts 4 with the optical waveguide core parts 2 as position references at parts exclusive of the optical waveguide core parts 2 and two pieces of connecting end members B1, B2 of separate bodies which are formed with through-holes 6 to allow the insertion of both ends a1, a2 of this optical waveguide part body A, are formed with the second positioning parts 8 aligned to the first positioning parts 4 in the wall parts 6a of these through-holes 6 and are formed with guide pin insertion holes 7a, 7b at the end faces 5a. The respective ends a1, a2 of the optical waveguide part body A are fixed into the through-holes 6 of the connecting end members B1, B2 in the state that the first positioning parts 4 and the second positioning parts 8 are aligned.



LEGAL STATUS

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-248269

(43) 公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int.Cl.[°]

G 0 2 B 6/38
6/40

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 6/38
6/40

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-48543

(22) 出願日 平成7年(1995)3月8日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 繁松 孝

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(72) 発明者 清水 健男

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 長門 侃二

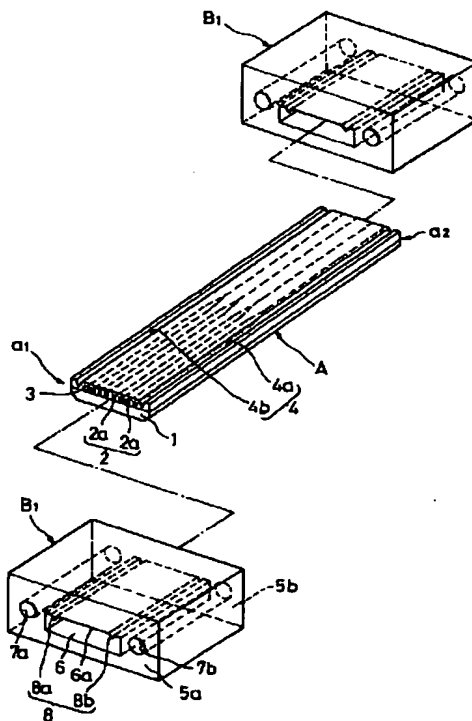
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路部品

(57) 【要約】

【目的】 光ファイバコネクタとの無調心接続が可能で高い歩留りで製造することができる光導波路部品を提供する。

【構成】 基板1の上に光導波路コア部2とそれを埋設するクラッド部3とが形成され、光導波路コア部2以外の個所には、光導波路コア部2を位置基準にして第1の位置決め部4が形成されている光導波路部品本体Aと、光導波路部品本体Aの両端部a₁、a₂の挿通が可能な透孔6が形成され、透孔6の壁部6aには、第1の位置決め部4と整合する第2の位置決め部8が形成され、かつ端面5aにはガイドピン挿入孔7a、7bが形成されている別体の2個の接続端部材B₁、B₁とから成り、光導波路部品本体Aの各端部a₁、a₂は、接続端部材B₁、B₁の透孔6の中に第1の位置決め部4と第2の位置決め部8とが整合した状態で固定されている光導波路部品。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光導波路コア部とそれを埋設するクラッド部とが基板上に形成され、前記光導波路コア部以外の個所には、前記光導波路コア部を位置基準にして第1の位置決め部が形成されている光導波路部品本体と、前記光導波路部品本体の両端部の挿通が可能な透孔または凹部が形成され、前記透孔または凹部の壁部には、前記第1の位置決め部と整合する第2の位置決め部が形成され、かつ端面にはガイドピン挿入孔が形成されている接続端部材とから成り、前記光導波路部品本体の各端部は、前記接続端部材の透孔または凹部の中に前記第1の位置決め部と前記第2の位置決め部とが整合した状態で挿通固定されていることを特徴とする光導波路部品。

【請求項2】 前記第1の位置決め部は、2箇所の突起をなして形成され、前記第2の位置決め部のうちの一方は、前記第1の位置決め部のピッチ方向と高さ方向の両方向に対して位置決め可能な形状をなし、前記第2の位置決め部の他方は、前記第1の位置決め部の高さ方向のみにに対して位置決め可能な形状をなしている請求項1の光導波路部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は端面に多心光ファイバコネクタを接続して使用する光導波路部品に関し、更に詳しくは、無調心で多心光ファイバコネクタを接続して使用する光導波路部品に関する。

【0002】

【従来の技術】 所定パターン光導波路コア部がクラッド部内に埋設された状態で基板上に形成されている光導波路部品は、その両端面に、単心または多心の光ファイバを整列具に配列・固定して成る光ファイバコネクタを光学的に接続して使用に供される。

【0003】 その場合の光ファイバコネクタの接続方法としては、光導波路部品の端面に光ファイバコネクタの端面を当接し、光導波路コアの各光軸と光ファイバの各光軸とを調心したのち両者を接着または溶接して固定する方法が一般に採用されている。しかしながら、この方法の場合、各光軸の調心作業とそれらの固定作業はいずれも煩雑でありかつ多大の時間を要し、また、一旦、接続が終了すると、それを容易に解除できないという問題がある。

【0004】 そのため、最近では、光導波路部品と光ファイバコネクタを接続する際に、調心作業を行わなくても低損失の接続を可能にする無調心接続方法の検討が進められている。このような動向のなかで、本発明者らは、光ファイバコネクタとの無調心接続が可能な光導波路部品を開発し、既にそれを特願平5-253419号（特開平6-194543号）として出願した。

【0005】 ここで提案した光導波路部品は、基板の上に光導波路コア部を埋設するクラッド部を形成して光導

2

波路部品本体とし、この光導波路部品本体の端面以外の個所、すなわち上面、下面、両側面を弾力性に富む樹脂で被包して樹脂モールド部とし、この樹脂モールド部の端面に、前記した光導波路コア部を位置基準にしてガイドピン挿入孔を形成したものである。

【0006】 この光導波路部品を光ファイバコネクタと接続する場合には、上記したガイドピン挿入孔にガイドピンの一端を挿入し、ついでガイドピンの他端を、光ファイバコネクタの端面に位置決めして形成されているピン孔に挿入し、その状態で光導波路部品の端面と光ファイバコネクタの端面を当接したのち、両者を例えばバネクランプを用いて圧接固定すればよい。

【0007】 この無調心接続に用いる光導波路部品は、前記した光導波路部品本体を樹脂モールドして製造される。すなわち、光導波路部品本体を製造したのち、その部品本体の上に石英ガラス板を接着して固定し、その石英ガラス板の上に、光導波路コア部を位置基準にして長手方向に延びる例えばV字溝を刻設してマーカ一部を形成する。ついで、この光導波路部品本体を、前記マーカ一部を位置基準にして配設されたガイドピン用の中子を有する金型の中にセットし、その金型の中にモールド樹脂を注型したのち、得られた注型品を金型から取り出す。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、特開平6-194543号公報に開示されている光導波路部品には、前記した製造過程で次のような問題が生じてくる。まず、樹脂モールド部の端面にガイドピン挿入孔を形成するためには、クラッド部の上に石英ガラス板を接着固定したのち当該石英ガラス板にV字溝のようなマーカ一部を刻設することが必要であるため、樹脂モールド部で被包されるべき光導波路部品本体の製造工程はかなり煩雑な作業手順が必要になるということである。

【0009】 また、光導波路部品本体を金型の中にセットしてそこにモールド樹脂を注型した場合、その樹脂注型時に、光導波路部品本体に樹脂の成形圧や熱が直接加わり、薄い光導波路部品本体に割れなどの発生することがある。更には、モールド樹脂が硬化する過程で発生するモールド樹脂の収縮により同じく光導波路部品本体に割れの発生することがある。

【0010】 また、光導波路部品本体を構成するそれぞれの材料とモールド樹脂の熱収縮率とは互いに異なるため、樹脂硬化後にあつては、光導波路部品本体の表面と樹脂モールド部との接触界面には微小ボイドのような欠損の発生することがある。いずれにしても、前記光導波路部品は、無調心接続にとって有用であるものの、製造時における上記したような問題が発生するため、その歩留りがあまり高くないという問題がある。

【0011】 本発明は、特開平6-194543号公報に開示されている光導波路部品における上記した問題を

10

20

30

40

50

3

解決し、製造が容易で、その歩留りは高く、多心光ファイバコネクタと低損失で無調心接続することができる光導波路部品の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明においては、光導波路コア部とそれを埋設するクラッド部とが基板上に形成され、前記光導波路コア部以外の個所には、前記光導波路コア部を位置基準にして第1の位置決め部が形成されている光導波路部品本体と、前記光導波路部品本体の両端部の挿通が可能な透孔または凹部が形成され、前記透孔または凹部の壁部には、前記第1の位置決め部と整合する第2の位置決め部が形成され、かつ端面にはガイドピン挿入孔が形成されている接続端部材とから成り、前記光導波路部品本体の各端部は、前記接続端部材の透孔または凹部の中に前記第1の位置決め部と前記第2の位置決め部とが整合した状態で挿通固定されていることを特徴とする光導波路部品が提供される。

【0013】

【作用】本発明の光導波路部品を組み立てる際には、まず、光導波路部品本体の両端部を、別体として予め製作されている接続端部材の透孔または凹部に挿通する。このとき、光導波路部品本体に形成されている第1の位置決め部と前記透孔または凹部の壁部に形成されている第2の位置決め部とを噛み合わせて整合させる。

【0014】第1の位置決め部は光導波路部品本体の光導波路コア部を位置基準にして形成され、第2の位置決め部は前記第1の位置決め部に整合するように形成されているので、第2の位置決め部も光導波路コア部を位置基準にして形成されていることと同等になり、結局、光導波路部品本体の両端部に固定した接続端部材は光導波路コア部に対して位置決めされていることになる。

【0015】したがって、接続端部材の端面に形成されているガイドピン挿入孔にガイドピンの一端を挿入し、他端を接続すべき光ファイバコネクタのピン孔に挿入し、両者を当接して固定することにより、光ファイバコネクタを無調心で接続することができるようになる。この光導波路部品の場合、特開平6-194543号公報に記載の部品の場合のように、光導波路部品本体を被包して光導波路コア部を位置基準とするガイドピン挿入孔を有するモールド樹脂部を形成する必要がない。

【0016】したがって、モールド樹脂部の形成時に発生しやすい問題、すなわち、樹脂の熱収縮や熱履歴に基づく光導波路部品本体の割れ、微小ボイドなどの欠損は発生しなくなり、製造時の歩留りは向上する。また、第1の位置決め部は光導波路部品本体のクラッド部に直接形成することができるので、特開平6-194543号公報に記載の光導波路部品のよう、クラッド部への石英ガラス板の接着固定作業は不要になり、製造はより容易になる。

4

【0017】

【発明の実施例】以下に、本発明の光導波路部品を図面に示した実施例に基づいて詳細に説明する。

実施例1

図1は、本発明の光導波路部品例を示す分解斜視図である。この光導波路部品は、光導波路部品本体Aの両端部a₁、a₂に、別体の接続端部材B₁、B₁がそれぞれ挿通固定されることによって構成される。

【0018】光導波路部品本体Aは、例えばSiや石英ガラスから成る基板1と、この基板の上に例えば火炎堆積法によって形成されたクラッド部3と、クラッド部の中に埋設され、クラッド部3の端面では所定のピッチで配列して露出する複数本（図では8本）のコア2aから成る光導波路コア部2とを備えている。クラッド部3の上面には、光導波路コア部2の両側に、光導波路コア部2を位置基準にして適宜な幅と深さを有する2条のV字溝4a、4bが例えば研削加工によりコア2aと平行に刻設され、第1の位置決め部4が形成されている。

【0019】この第1の位置決め部4の形成個所と大きさは格別限定されるものではないが、光導波路コア部2の両端に位置するコア2aの光学的な特性に悪影響を与えない限りにおいて、できるだけ近接した位置に、後述する第2の位置決め部との整合がとりやすい大きさに形成することが好ましい。そうすることにより、光導波路部品本体Aの全体の幅は狭くなり、1枚のウエハに多数の部品本体Aを製造することができるようになる。

【0020】また、この第1の位置決め部4は、図で示したように、研削加工で刻設したV字溝4a、4bに限定されるものではなく、例えば、クラッド部3の表面にマスキングを行ったのちエッチング処理を施すことにより、断面が適宜な深さと幅を有する矩形状の溝であってもよい。接続端部材B₁、B₁は、例えばエポキシ樹脂などをトランスファ成形して製造された一体成形品であって、その一方の端面5aから他方の端面5bまで貫通する透孔6とガイドピン挿入孔7a、7bが形成されている。

【0021】ここで、ガイドピン挿入孔7a、7bは、接続すべき光ファイバコネクタのピン孔と軸心が一致するような位置に形成されている。また、透孔6の横寸法と縦寸法は光導波路部品本体Aがこの透孔6を挿通できるような寸法になっている。そして、透孔6の壁部（図では天井壁部6a）には、断面形状は光導波路部品本体AのV字溝4a、4bと同一の形状をしたV字突起8a、8bが前記したガイドピン挿入孔7a、7bに対して位置決めされた状態で透孔6の長手方向に沿って形成され、これらによって第2の位置決め部8を構成している。

【0022】本発明の光導波路部品は、前記した光導波路部品本体Aの両端部a₁、a₂に、それぞれ、接続端部材B₁、B₁を外嵌し、両者を接着固定して組み立て

られる。その状態を、一方の端部につき一部切欠斜視図として図2に示す。図2において、光導波路部品本体Aの一方の端部 a_1 は、そのV字溝4a、4bが接続端部材 B_1 のV字突起8a、8bと嵌合した状態で透孔6に挿通されている。端部 a_1 の端面、すなわち光導波路コア部2の各コア2aの端面と接続端部材 B_1 の端面5aとが同一面を形成した時点で、部品本体Aの挿通作業を停止し、その状態を保持して両者を接着して固定する。

【0023】V字溝4a、4bは光導波路コア部2を位置基準にして刻設され、V字突起8a、8bは接続すべき光ファイバコネクタのピン孔と軸心を一致させて形成されているガイドピン挿入孔7a、7bに対して位置決めされている。したがって、光導波路コア部2とガイドピン挿入孔7a、7bとは互いに位置決めされた関係を形成する。

【0024】なお、図2で示した光導波路部品は、部品本体Aの中央部が直接露出していてクラッド部3を損傷することも起こり得るので、それを避けるために、接続端部材 B_1 と同じような形状の透孔を有する保護部材を露出中央部に外嵌してその部分を被包することが好ましい。この光導波路部品は次のようにして光ファイバコネクタに接続することができる。それを、図3に示す。

【0025】図において、2個の接続端部材 B_1 、 B_1 の間に、両端部の両側が突起している保護部材10が介装された状態で本発明の光導波路部品が形成されている。ここで、保護部材10は、上記したように部品本体Aの保護手段であるとともに、接続部材 B_1 、 B_1 の長手方向における位置決め手段としても機能させている。接続端部材 B_1 のガイドピン挿入孔7a、7bに所定径のガイドピン9a、9bの一端が挿入される。

【0026】ついで、ガイドピン9a、9bの他端側に、複数本(図では8本)の光ファイバ12が等間隔で配列固定され、所定のピッチでピン孔11a、11bが形成されている光ファイバコネクタ11を配置し、前記ピン孔11a、11bにガイドピン9a、9bの他端をそれぞれ挿入する。そして、光ファイバコネクタ11の端面と接続端部材 B_1 の端面5aを当接し、光ファイバコネクタ11と保護部材10の両側突起との間にバネクランプ13を嵌め込んで長手方向に両者を圧接する。

【0027】光ファイバ12とピン孔11a、11bは予め位置決めされている。そして、これらのピン孔11a、11bに対して接続端部材 B_1 のガイドピン挿入孔7a、7bは軸心を一致させた状態で形成されており、かつ、光導波路コア部2に対して位置決めされている。したがって、ガイドピン9a、9bを介して光ファイバコネクタ11と接続端部材 B_1 を当接すると、光ファイバ12と光導波路コア部2の各コア2aの光軸は一致する。すなわち、無調心で光ファイバコネクタ11と光導波路部品との接続が実現していることになる。

【0028】例えば、接続すべき光ファイバコネクタが

ピン孔11a、11b間のピッチが4.6mmで、8本の光ファイバ12を0.25mmのピッチで等間隔に配列して固定した多心光コネクタ(MTコネクタ)であった場合、次のような光導波路部品本体Aと接続端部材 B_1 、 B_1 を組み合わせたものが用いられる。まず、光導波路部品本体Aとしては、全体の幅が3.2mm、全体の厚みが1.05mmで、コア2a間のピッチが0.25mmである光導波路コア部2を有し、クラッド部3の両側に、頂角が90°で深さが約0.2mmのV字溝(第1の位置決め部)4a、4bがピッチ2.75mmで刻設されているものであり、また、接続端部材 B_1 、 B_1 としては、横寸法が3.4mm、縦寸法が1.1mmの透孔6を有し、直径0.7mmでピッチ間隔4.6mmのガイドピン挿入孔7a、7bが形成され、透孔6の天井壁部6aには、頂角が90°で高さが約0.2mmのV字突起8a、8bがピッチ2.75mmで形成されているエポキシ樹脂成形品である。

【0029】なお、図1で示したようにして接続端部材 B_1 と光ファイバコネクタ11を接続する際に、図4で示したように、光導波路部品本体Aの端面と接続端部材 B_1 の端面5aとを光軸方向に対して所望の角度 θ だけ傾斜する面となるように研磨し、また光ファイバコネクタ11の端面も同じ角度 θ だけ傾斜する面となるように研磨しておく、両者を接続した時に、光導波路コア部2の各コア2aと光ファイバ12との間では反射光による損失が少なくなるので好適である。

【0030】実施例2

図5は、別の実施例を示す部分斜視図であり、この光導波路部品では、別の接続端部材 B_2 が光導波路部品本体Aの端部 a_1 に接着剤等で固定されている。この光導波路部品の組立に用いる接続端部材 B_2 は、図1で示した接続端部材 B_1 の透孔6を、下方が開放し断面がコの字形をした凹溝6'とし、図1で示した接続端部材 B_1 の場合と同じピッチで、同じ形状をしたV字突起8a、8bから成る第2の位置決め部8を形成したものである。

【0031】実施例3

図6は更に別の光導波路部品の示す部分切欠斜視図である。この光導波路部品の場合は、接続端部材 B_3 の透孔6の天井壁部6aに、部品本体AのV字溝4a、4bに対応して逆V字溝8'a、8'bが形成されている。そして、光導波路部品本体Aに刻設されているV字溝4a、4bには、例えば、光ファイバ14a、14bが位置決めピンとして配置されることにより、部品本体Aの上面から突出する突起を形成し、これら光ファイバ14a、14bの上に接続端部材 B_3 の逆V字溝8'a、8'bが嵌合することにより、光導波路部品本体Aと接続端部材 B_3 との位置決めがなされている。

【0032】この構造の光導波路部品においては、位置決めピンとして使用する光ファイバ14a、14bの直径に対応して、V字溝4a、4b逆V字溝8'a、8'bの形状を選定すればよい。

10

20

30

40

50

実施例4

図7は、更に別の光導波路部品における光導波路部品本体Aと接続端部材B₄との位置決め状態を示す正面図である。

【0033】図において、光導波路部品本体Aには、V字溝4a、4bに光ファイバ14a、14bが配置されることにより、部品本体Aの上面から所定の高さで突出する2個所の突起から成る第1の位置決め部が形成されている。接続端部材B₄の透孔6の天井壁部6aには、前記した第1の位置決め部の各突起と対応する個所に、それら各突起と整合して第2の位置決め部15が形成されている。

【0034】この第2の位置決め部15のうち、V字溝4aと光ファイバ14aとから成る突起に対応する位置決め部15aは、例えば図示したように、2条のV字突起として形成され、これらV字突起間の凹部に光ファイバ14aを嵌合させることにより、この光ファイバ14aが横方向にも高さ方向にも動かないようにしている。すなわち、位置決め部15aは、第1の位置決め部の一方をピッチ方向と高さ方向の両方向に対して位置決め可能な形状になっている。

【0035】V字溝4bと光ファイバ14bとから成る突起に対応する位置決め部15bは、高さは一定でピッチ方向には所望の幅を有する突起として形成され、光ファイバ14bは横方向には動けるが高さ方向には動けないようにしている。すなわち、この位置決め部15bは、第1の位置決め部の他方を高さ方向のみに位置決め可能にしている。

【0036】図7で示した位置決め部を採用すると、第1の位置決め部における位置決めピンとして機能する光ファイバ14aのピッチ方向に対する位置決めが自由が増すので好適である。なお、この光導波路部品において、接続端部材B₄の透孔6を図5で示したような下方が開放する凹部にしてもよい。

【0037】また、前述の実施例では、接続端部材と保護部材とは別体になっているが両者を一体化してもよい。

【0038】

【発明の効果】以上の説明で明かなように、請求項1の光導波路部品は、光導波路コア部が形成されている光導波路部品本体の両端部を、別体でありかつ接続すべき光ファイバコネクタと軸心を一致させたガイドピン挿入孔が既に形成されている接続端部材の透孔又は凹部に、それぞれに形成されている第1の位置決め部と第2の位置決め部とを整合させた状態で挿通して固定したものであるため、特開平6-194543号公報に記載の光導波路部品の場合のように、光導波路コア部を位置基準にして形成されたガイドピン挿入孔を有する樹脂モールド部で光導波路部品本体を被包する必要がない。そのため、樹脂モールド部の形成時に発生する問題、すなわち、樹脂の収縮や熱履歴に基づく光導波路部品本体の割

れ、欠損などが発生しなくなり、光ファイバコネクタとの無調心接続が可能な光導波路部品を高い歩留りで製造することができる。

【0039】請求項2の光導波路部品は、第2の位置決め部の一方で第1の位置決め部の一方を高さ方向とピッチ方向の両方向で位置決めし、他方の第2の位置決め部で第1の位置決め部の他方を高さ方向のみで位置決めしているため、光導波路部品本体と接続端部材との位置決めにおける自由度が増す。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光導波路部品を示す分解斜視図である。

【図2】光導波路部品本体に接続端部材を固定した状態を示す一部切欠斜視図である。

【図3】本発明の光導波路部品に光ファイバコネクタを接続する状態を示す斜視図である。

【図4】光導波路部品に光ファイバコネクタを接続する別の状態を示す部分斜視図である。

20 【図5】別の接続端部材に光導波路部品本体を固定した状態を示す部分斜視図である。

【図6】更に別の接続端部材に光導波路部品本体を固定した状態を示す一部切欠斜視図である。

【図7】他の接続端部材に光導波路部品本体を固定した状態を示す正面図である。

【符号の説明】

A 光導波路部品本体

a₁, a₂ 光導波路部品本体Aの端部

B₁, B₂, B₃, B₄ 接続端部材

1 基板

30 2a コア

2 光導波路コア部

3 クラッド部

4a, 4b V字溝

4 第1の位置決め部

5a, 5b 接続端部材の端面

6 透孔

6a 透孔6の天井壁部

6' 凹部

7a, 7b ガイドピン挿入孔

40 8a, 8b V字突起

8 第2の位置決め部

8' a, 8' b 逆V字溝(第2の位置決め部)

9a, 9b ガイドピン

10 保護部材

11 光ファイバコネクタ

11a, 11b 光ファイバコネクタ11のピン孔

12 光ファイバ

13 バネクランプ

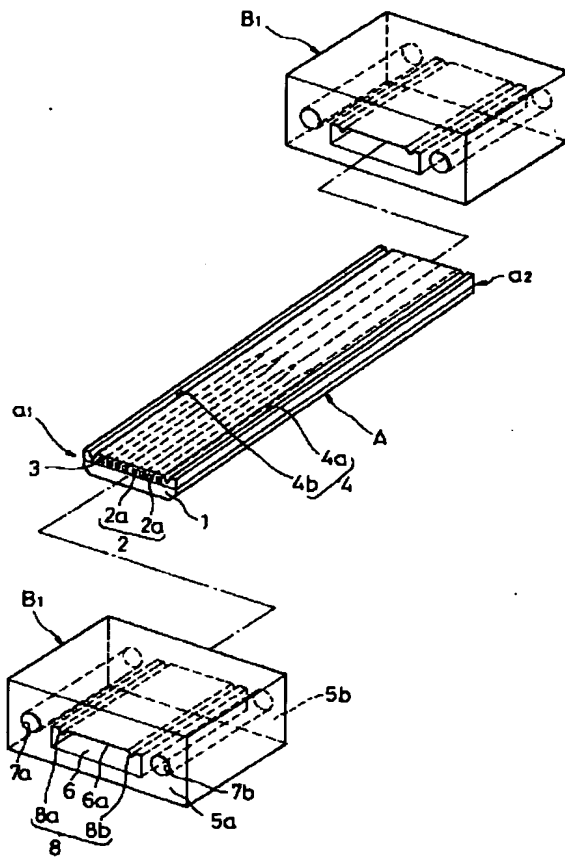
14a, 14b 光ファイバ(位置決めピン)

50 15a 2条のV字突起

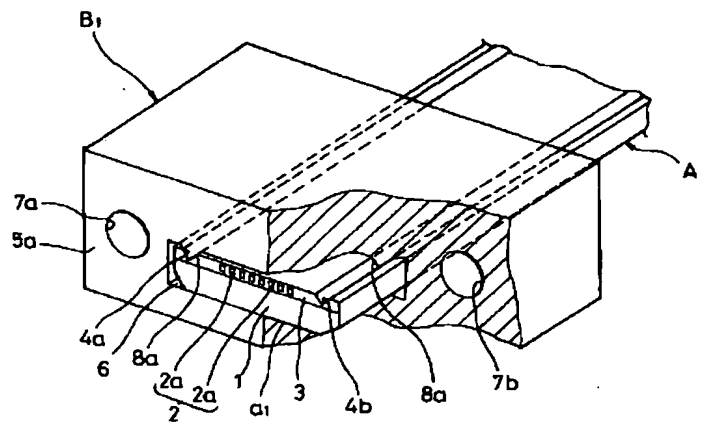
15b 突起

15 第2の位置決め部

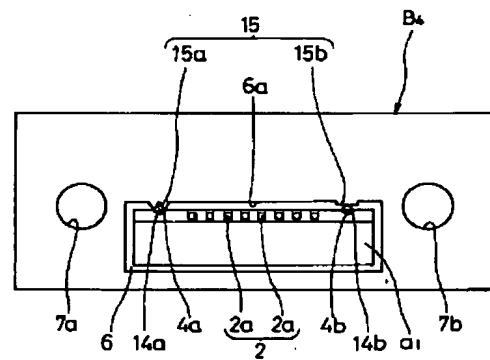
【図1】



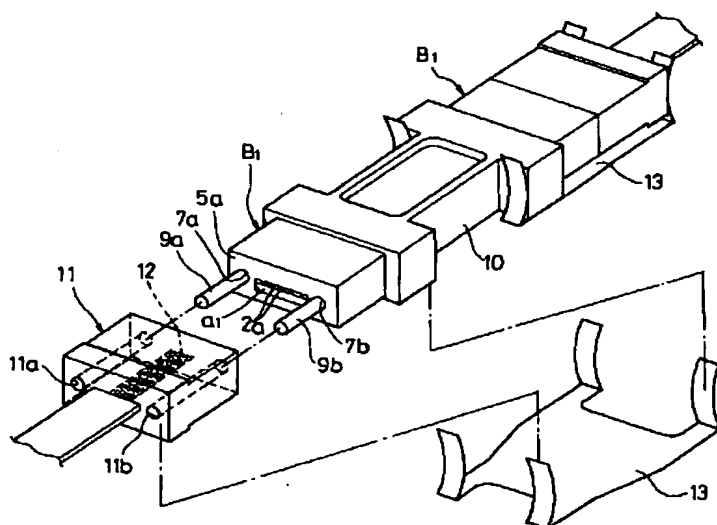
【図2】



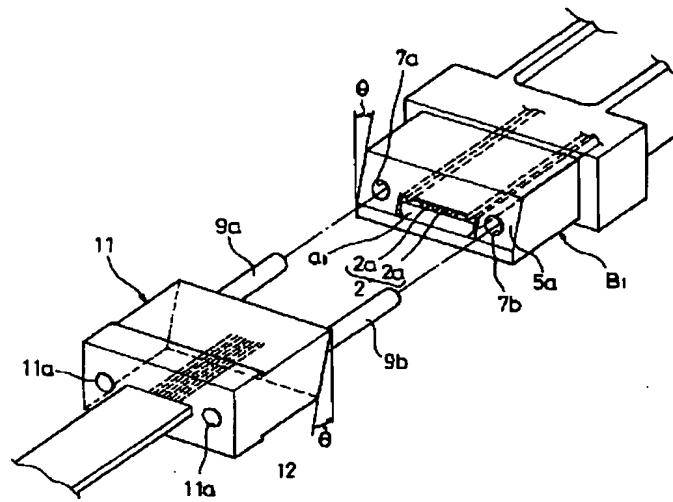
【図7】



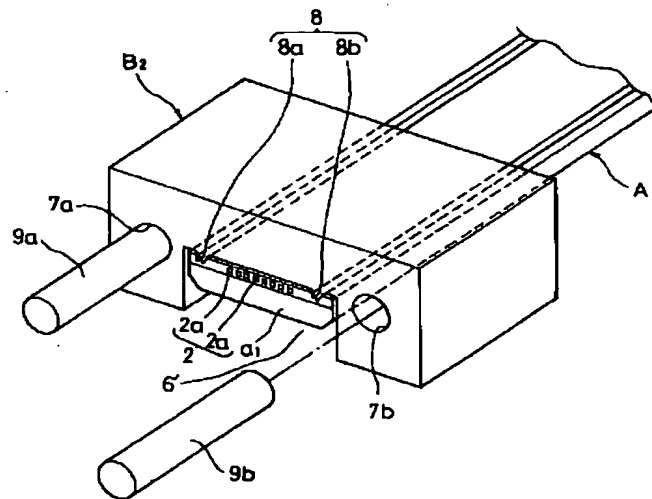
【図3】



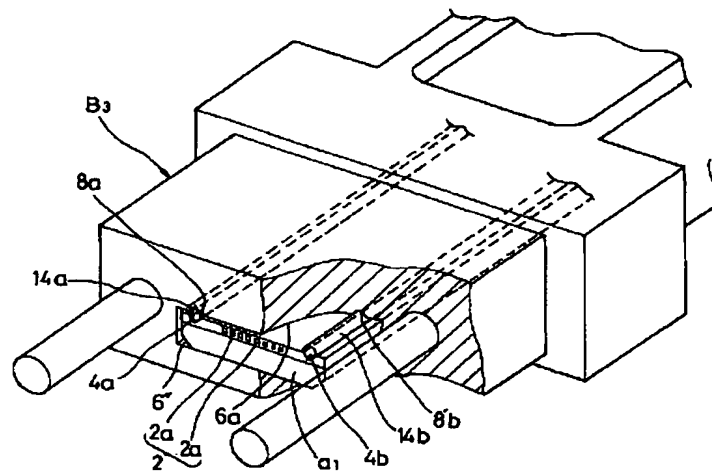
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 史朗
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(72)発明者 渡辺 智浩
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(72)発明者 長沢 真二
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 木原 満
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内